Münster.1932.Nr 32

Med Diss.

Aus der Universitäts-Zahnklinik zu Münster (Westf.)
(Direktor: Professor Dr. Müller).

Zahnfraktur und Pulpa

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung
der zahnärztlichen Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)

vorgelegt von

Hans Kortmann, Zahnarzt
aus Gronau i. W.

1 / 9 / 3 / 2

Gedruckt in der Buchdruckerei Joh. Schievink, Gronau (Westf.)

Dekan: Herr Professor Dr. Herzog.
Referent: Herr Professor Dr. Müller.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelmsuniversität Münster i. W.

Zahnfraktur und Pulpa.

Von den verschiedenen Wirkungen, die ein akutes Trauma der Zähne haben kann, ist die der Zahnfraktur als die erheblichste anzusprechen, weil sie in den meisten Fällen die stärksten Störungen im normalen Lebensablauf der Zahnpulpa hervorruft. Von Wunschheim [6]) überträgt die Definition der Knochenfraktur auf die des Zahnes. Er schildert sie als eine Kontinuitätstrennung zweier oder mehrerer Teile des betreffenden Objektes und führt aus, daß die Gefahr beim Zahn viel größer sei, weil er einmal aus bedeutend spröderem Material als der Knochen besteht und zum andern, weil er nur zum Teil in schützendes Gewebe eingebettet ist, während die Krone jeder Gewalteinwirkung einen günstigen Angriffspunkt bietet. Entsprechend seiner exponierten Stellung frakturiert der mittlere, obere Schneidezahn am häufigsten. Die Häufigkeit der Brüche vermindert sich desto mehr, je weiter die betroffenen Zähne distal stehen.

Man unterscheidet je nach dem Verlauf der Frakturlinien die Kronen- von den Wurzelbrüchen, die nur in der Alveole verlaufenden Wurzelfrakturen von solchen, die teils durch die Krone, teils durch die Wurzel verlaufen und bei diesen die Längs-, Quer-, Schräg- und Splitterbrüche. Die Form der Fraktur hängt sowohl von der Intensität und Art der einwirkenden Gewalt, als auch von deren Dauer ab. Oft ist der Verlauf der Frakturlinien derart charakteristisch, daß man davon mit einiger Sicherheit auf die Art der Ursache schließen kann. Durch einen senkrecht zur labialen Fläche eines Schneidezahnes ausgeführten Schlag oder Stoß wird beispielsweise meist eine Querfraktur erfolgen, bei der das Fragment glatt abgeschlagen ist. Man findet diese Form der Verletzung häufig nach Schläger- oder Säbelhieben. Bei schräg oder apical gerichteter stumpfer Gewalt splittert der Zahn meistens, während durch einen von unten gegen das Kinn geführten Schlag leicht die Kronen der oberen Incisiven durch die unteren abgeschert werden.

Wenn man die Begriffe des direkten und indirekten Bruches auf die Zahnbrüche anwenden wollte, so müßte man die zuerst an-

geführten Beispiele als direkte Brüche bezeichnen, während die zuletzt erwähnte Möglichkeit einen typischen indirekten Bruch herbeiführen würde.

Wurzelfrakturen treten meist nach senkrecht auf die Labialfläche auftreffender Gewalt ein, die die Krone nicht in einem Punkte, sondern in toto trifft. Man könnte insofern die Wurzelbrüche zu den indirekten zählen, als bei ihnen der Bruch meist nicht an der Stelle eintritt, wo die Gewalteinwirkung den Zahn getroffen hat.

Eine oft durch Sturz auf den Oberkiefer erfolgende Verletzung ist, daß die mesialen Ecken der oberen mittleren Schneidezähne mit oder ohne Exposition der Pulpa abgeschlagen werden. Diese Form der Fraktur, die nach Mayrhofer [7]) in der überwiegenden Zahl bei Sportunfällen eintritt, wie sie beim Eislauf, beim Geräteturnen oder Sportfechten vorkommen, findet sich besonders häufig bei Individuen mit Prognathie, bei denen die Incisiven dem Einfluß von außen kommender Gewalteinwirkungen besonders ausgesetzt sind. Bei den von mir untersuchten Fällen von Zahnfrakturen fand ich von achtundzwanzig Patienten bei dreien die beschriebene Frakturform an beiden Incisiven und bei vieren dieselbe an einem der beiden vor. Von diesen sieben Patienten lag bei zweien ausgesprochene Prognathie vor. Die Ursachen der Unfälle waren Boxhiebe, Radstürze und Stürze beim Turnen gewesen. Ich hatte Gelegenheit die oberen, mittleren Schneidezähne eines 24jährigen Patienten, zu beobachten, dem durch einen von vorn geführten Boxhieb die mesialen Ecken der betreffenden Zähne abgeschlagen wurden.

Eine Zahnfraktur ist entweder durch von außen auf den Zahn wirkende Einflüsse bedingt, oder sie hat ihre Ursache im Zahn selbst und in den ihn umgebenden Geweben. Eine große Anzahl von Frakturen sind an gesunden Zähnen durch mechanische Einflüsse von derartiger Intensität verursacht worden, wie sie im Munde normaliter nicht vorkommen. Die andere Basis, auf der Frakturen entstehen können, ist, daß die stets auf das Gebiß wirkenden Einflüsse an in ihrer normalen Widerstandskraft geschwächten Zähnen ihre Wirkung geltend machen. Eine derartige Herabsetzung der Resistenz kann durch die verschiedensten Ursachen bewirkt werden. So kommen häufig Frakturen vor bei hypoplastischen Zähnen, bei Zähnen mit tiefgreifender Karies oder mit großen Füllungen, deren Kavität fehlerhaft angelegt worden ist. Besonders oft treten Brüche durch diese Ursachen an den oberen Prämolaren auf. Ich hatte verschiedentlich Gelegenheit, zu beobachten, wie an oberen Prämolaren, die mesial und distal

starke Füllungen aufwiesen, die ganze buccale Facette bis zur Gingiva oder gar noch mit einem Teil der Wurzel zu Verlust gingen.

Eine andere Möglichkeit ist, daß ein gesunder Zahn derart zum Antagonisten steht, daß er bei einem ungeschickten Zubiß abbricht. Einen Fall dieser Art beobachtete Kaas [8]) bei einem 70jährigen Manne. Bei diesem hatte der obere, linke, zweite Prämolar eine beträchtliche Neigung gegen den benachbarten Eckzahn, weil der erste Prämolar an dieser Seite fehlte. Dadurch hatte der zweite Prämolar als Antagonisten den ersten unteren Prämolaren. Durch seine anormale Stellung allein war der obere Bicuspidat so geschwächt, daß er bei einem Biß auf einen kleinen Fruchtkern in etwa $^2/_3$ der Wurzelhöhle frakturierte und entfernt werden mußte. Auch die vielfach mit parodontitischen Erscheinungen vergesellschafteten Entkalkungsvorgänge an der margo der Zähne können eine beträchtliche Resistenzverminderung herbeiführen.

Die häufigsten Ursachen von Frakturen, die durch überstarke Einflüsse mechanischer Art an normalen Zähnen entstehen, sind Komplikationen beim Zahnziehen, Stürze mit dem Rade, Stürze bei der Ausübung anderer Sportarten, wie auch Schlagverletzungen beim Tennis- oder Schlagballspiel.

Ein Bild von der Häufigkeit der Brüche bei Extractionen gibt die Feststellung von Adrion und Hoenig, [9]) nach der im Jahre 1925 im zahnärztlichen Institut zu Berlin von 6577 Zähnen 115 bei der Extraction frakturierten. Bei einer Extraction kann die Fraktur sowohl dadurch bedingt gewesen sein, daß der Zahn nach Einwirkung der oben erwähnten Einflüsse sehr geringe Resistenz bietet, als auch die Ursache in einer abnormen Krümmung der Wurzel und bei mehrwurzeligen Zähnen in einer ausgeprägten Spreizung der Wurzeln oder Verwachsung der Wurzelspitzen bei Zähnen, dessen Wurzeln Knochensubstanz umklammern, liegen kann. Eine andere, allerdings sehr selten vorkommende Möglichkeit ist, daß die Wurzeln mit dem Alveolarknochen verwachsen sind, während häufiger Hyperzementosen oder Abknickungen an den Wurzeln der Extraction einen so starken Widerstand bieten, daß sie bei forciertem Extractionsversuch abbrechen.

Auf die Fehler bei Extractionsversuchen, wie Anwendung übermäßiger Gewalt oder die Benutzung ungeeigneter Instrumente, die notwendigerweise zu Zahnfrakturen führen müssen, näher einzugehen, würde zu weit führen.

Von den von mir beobachteten Brüchen sind annähernd 20 Prozent durch Radstürze entstanden. Bei diesen zeigen sich, wie z. B. auch bei Verletzungen durch Hufschlag, die Symptome der stumpfen Gewalteinwirkung. Die Wirkung von fortgeleiteter Gewalt, die also den indirekten Bruch verursacht, ist vorwiegend bei Verletzungen durch Boxhiebe festzustellen, wie nachstehender Fall erhellt:

„Ein junger Mann stellt sich in der hiesigen Zahnklinik zur Behandlung ein. Der objektive Befund ergibt, daß die oberen, mittleren Schneidezähne unter Exposition der mit einem Blutkoagulum bedeckten Pulpen, die auf Berührung stark bluten, abgeschlagen sind. Die Bruchflächen verlaufen fast parallel zur Schneidekante und befinden sich labial in $^1/_3$ der Kronenhöhe von der Gingiva. Der Abstand beträgt palatinal etwa $^2/_3$. Der linke seitliche Schneidezahn zeigt einen Schmelz-Dentinverlust und seine Bruchfläche verläuft entsprechend der beschriebenen. Der subjektive Befund ergab, daß der Patient während eines Raufhandels einen kräftigen Schlag unter das Kinn erhielt, bei dem durch die unteren Incisiven die Schneidekanten der oberen abgeschert werden."

Die Zahnfraktur kann jedes der zum Zahn gehörigen Gewebe betreffen. Je nach der Lokalisation des betroffenen Gewebes am Zahn, sei es der Schmelz, sei es das Dentin, das die Wurzel bekleidende Zement oder die Pulpa, wird es bei dem Bruch in Mitleidenschaft gezogen. Daß von der Fraktur nur ein Gewebe betroffen wird, kommt praktisch nur beim Schmelz, entsprechend seiner exponierten Lage am Zahn vor. Auf diese an sich geringfügige Verletzung läßt sich rein äußerlich am Zahn keinerlei Reaktion zur Deckung des Defekts beobachten, da mit dem Durchbruch des Zahns das Bildungsorgan des Schmelzes zugrunde gegangen ist.

Gegenüber dem Schmelz reagiert das von den Odontoblasten, die die äußerste Zellschicht der Zahnpulpa darstellen, gebildete Dentin in erheblichem Maße auf jederlei Reize. In ihm werden durch die Odontoblastenfortsätze sowohl die von außen kommenden Reize der Pulpa vermittelt, als auch umgekehrt sich die Reaktionen der Pulpa dem Dentin vermitteln. Wie später angeführte Fälle erhellen, können im Dentin bei Frakturen ohne gleichzeitige oder nachfolgende Infektion, wenn ein Teil der Odontoblastenzone noch erhalten ist, sogar größere Substanzverluste durch Dentinneubildung völlig gedeckt werden.

Das innig mit dem Dentin verbundene Zement wird, entsprechend seiner Lage, nur bei Wurzelbrüchen lädiert. Eine

eventuelle Regeneration kommt nur vom Periodontium aus in Frage, von dem aus ja die Zementneubildung und seine Ernährung vor sich geht.

Als ernsteste Verletzung des Zahns ist die Exposition der Pulpa oder ihre Läsion anzusehen, die stets mit seiner erheblichen Verletzung der sie umgebenden Gewebe verknüpft ist. Die Verletzung ist von solcher Bedeutung, da von dem vitalen Zustand des Zahnmarks das weitere Leben des Zahns, seine Ernährung, Sensibilität und die Fähigkeit, abzubauen und zu regenerieren abhängt. Die Möglichkeit des Unterganges dieses kleinen Gewebskomplexes ist deshalb so groß, weil einmal die Blutzufuhr nur durch das starrwandige, enge foramen apicale vor sich geht, die sowohl durch Abriß der Pulpa, als auch durch ein Hämatom in der Pulpa in der Nähe des apex dentis abgeschnitten werden kann, (S. W.) [3]) zum anderen, weil das Pulpengewebe gegenüber anderen Geweben dadurch im Nachteil ist, daß ihm ein ausgeprägtes Lymphgefäßsystem fehlt.

Mit Port-Euler [1]) möchte ich einen Verlust von Schmelz oder von Schmelz und Dentin als einfache Fraktur bezeichnen, wenn auch bei Dentinverlust, bei dem ja Eröffnung der Kanäle der Odontoblastenfasern erfolgt, die Möglichkeit einer Komplikation durch Infektion gegeben ist. Sinngemäß ist eine Fraktur, bei der eine Exposition der Pulpa vorliegt, als komplizierter Bruch anzusprechen.

Es wäre durchaus verfehlt, zu versuchen, schematisch, je nach der Intensität des traumatischen Einflusses oder nach der Größe des Substanzverlustes festlegen zu wollen, wie die Reaktion des betroffenen Gewebes sein müßte. Denn wie die weiter unten angeführten Fälle zeigen, ist es ebensogut möglich, daß bei schweren, komplizierten Brüchen eine restitutio ad integrum oder doch eine weitgehende reparatio eintritt, wie man als Folge denkbar geringer traumatischer Einwirkungen des öfteren Fälle von Pulpenuntergang findet.

Nach Euler-Meier [2]) sind die Ausmaße der Entwicklungsstörungen bei Zahnkeimen durch Trauma vom Intensitätsgrad der Einwirkung und vor allem davon abhängig, in welcher Entwicklungsphase der Keim von der Schädigung betroffen wird. Wird in den ersten zwei Lebensjahren die Milchzahnkrone durch Trauma in den Kiefer getrieben, und so die Zahnpapille mehr oder minder geschädigt, so fehlt die Wurzelbildung oft völlig. In der Folge wird dann die Krone entweder vorzeitig ausgestoßen oder ein an der Stelle der vernichteten Zahnpapille Osteo-

zement bildendes Gewebe läßt die Krone mit dem Alveolarfortsatz verwachsen. Die von v. Wunschheim [6]) als Infraktionen bezeichneten Zahnverletzungen finden sich an den bleibenden Zähnen von den Incisiven bis zu den Prämolaren. Es handelt sich dabei um Verletzung der noch völlig im Kiefer befindlichen Zähne durch Gewalteinwirkung auf die darüber befindlichen Milchzähne. Je nachdem, wie das Trauma am Zahn, beziehungsweise am Zahnkeim angreift, bei Schlag, Fall oder Stoß, bewirkt die Angriffsart entweder Stauchung, die hauptsächlich eintritt, wenn der Zahnkeim in Richtung seiner Längsachse getroffen wird, oder Luxierung, die dann eintritt, wenn die Gewalteinwirkung am Zahn, wie an einem Hebel angreift, dessen Drehpunkt in der Zahnpapille zu denken wäre.

Die Prognose für das Schicksal des Zahns ist verschieden, je nachdem, ob eine Infektion stattgefunden hat, der meist bald eine Ausstoßung des Keims folgt, ob sich die Schädigung auf die Papille, auf den Schmelzkeim oder gar auf beides erstreckt. Am stärksten wirkt sich die Schädigung des Schmelzepithels aus, bei der der ganze Keim rasch zugrunde geht. Bei Verletzung der Papille und des Zahnsäckchens findet eine je nach der Schwere des Traumas verschieden weitgehende Regeneration statt. Meistens ist die Schädigung des Zahnmarks nicht so stark, wie bei fertig entwickelten Zähnen, weil die Gewalteinwirkung auf den noch nicht durchgebrochenen Zahn, der noch völlig von schützendem Gewebe umgeben ist, nie so intensiv sein kann. Der noch unentwickelte Zahn bietet auch deshalb traumatischen Einflüssen größeren Widerstand, weil die Vitalität der Pulpa zu der Zeit noch viel intensiver ist und der Stoffwechsel, der durch die noch sehr weite Wurzelöffnung stattfindet, nicht so leicht gestört werden kann.

Als Folgen der Infraktionen liegen häufig starke Deformierungen vor, beispielsweise winkliche Abknickungen der zu kurz geratenen Wurzel von der Krone. Der dabei meist im äußeren Winkel entstehende Defekt in Keilform ist oft durch Bildung von Osteodentin seitens der Pulpa und Zement seitens des Periodontiums gedeckt. (v. Wunschheim). [6]).

Die Reaktion des Zahnmarks auf einfache Brüche ist im allgemeinen nur gering. Während die äußerlich durch den Verlust des Fragmentes entstandene Deformierung bestehen bleibt, ist klinisch meist eine leichte Hyperämie des Zahnmarks festzustellen, die sich durch eine mehr oder weniger ausgesprochene Empfindlichkeit auf thermische und chemische Reize bemerkbar macht.

Als Begleiterscheinung findet sich bisweilen auch eine Reizung des Periodontiums, die je nach dem Grade, in dem das Periodontium in Mitleidenschaft gezogen ist, zwischen dem Symptom einer leichten Perkussionsempfindlichkeit und einer ausgesprochenen Periodontitis schwankt.

Die schon oben angeführte Möglichkeit des Unterganges des Zahnmarks erwähnt auch Siegmund-Weber [3]). Er führt aus, daß bei mechanischen Traumen der Zähne sich vorwiegend Gefäßwirkung zeigt und daß bei Blutungen per rhexin in der Pulpa kurz über dem apex dentis die Möglichkeit der Entstehung eines Hämatoms vorliegt, als dessen Folge ein schneller Untergang des Pulpenstromas eintritt.

Ich hatte Gelegenheit, mehrere Fälle, außer dem oben angeführten, zu beobachten, bei denen sich ein derartiger Untergang fand. Ein 40jähriger Mann stürzte mit dem Rade und schlug dabei mit den oberen Incisiven auf die Lenkstange auf. Zunächst setzte eine starke Blutung ein. Durch den Schlag war der obere, linke, seitliche Schneidezahn von labial in $^1/_2$ Kronenhöhe nach palatinal in Höhe der Gingiva durchgebrochen. Die Kronenpulpa war nicht abgerissen, sondern hing aus dem Zahnstumpf heraus, sie reagierte auf keinerlei Reize. Bei der Exstirpation, die dem Patienten keinerlei Schmerzen bereitete, hatte die Pulpa ein dunkelrotes Aussehen, was für das Eintreten der vorerwähnten Art des Unterganges spricht, da durch das an der Wurzelspitze im Zahn entstandene Hämatom, das der starken paradentalen Blutung entspricht, sowohl die Möglichkeit der Blutzufuhr, als auch die des Blutabflusses nicht vorhanden war. Während der mittlere, linke Incisivus ganz ausgeschlagen wurde, zeigten die beiden ebenfalls exponierten Pulpen der rechten Incisiven dieselben Erscheinungen, wie der seitliche linke.

In einem weiteren Falle wurde einem Studenten durch einen Schlägerhieb die obere Hälfte des oberen, linken Eckzahns mit dem zugehörigen Teil der Pulpa abgeschlagen. Die völlig unempfindliche Pulpa zeigte dieselben Symptome, wie die eben geschilderten.

Einem anderen Studenten wurden auf die gleiche Weise die beiden oberen, rechten Schneidezähne und der Eckzahn frakturiert. Die Pulpen des zweiten und dritten Zahns schmerzten noch bei der Exstirpation. Dagegen zeigte die Pulpa des von distal in Höhe des unteren Drittels der Krone nach mesial in $^1/_3$ Wurzelhöhe frakturierten mittleren Incisivus die in den vorstehenden Fällen beschriebenen Erscheinungen.

Liegt der Blutungsherd höher in der Pulpa, so kann eine partielle Necrose eintreten. Meistens wird dadurch jedoch keine bleibende Schädigung verursacht. (S. W.). [3])

Der Untergang des Zahnmarks durch Abriß am apex dentis unterscheidet sich klinisch kaum von dem durch Abklemmung der Blutzufuhr. Im Röntgenbild läßt sich aber oft um den apex eine kleine Aufhellung feststellen, die nicht scharf gegen das umliegende Gewebe abgegrenzt ist. Bei dieser Aufhellung handelt es sich um eine beim Abriß der Pulpa erfolgte Blutung in das periapicale Gewebe. Bei folgenden Fällen beobachtete ich die für diese Art des Unterganges charakteristischen Symptome:

„Ein 14jähriger Junge schlug bei einem Fall mit dem Oberkiefer auf ein Treppengeländer auf. Dabei wurden die beiden ersten, oberen Schneidezähne frakturiert. Die Bruchlinien verliefen vom mesialen Gingivalrande zur distalen Seite in voller Kronenhöhe. Die auf keinerlei Reize reagierenden Pulpen bluteten nicht auf Berührung und hatten bei der Exstirpation das gleiche Aussehen, wie die Pulpen in den vorhergehenden Fällen. Der leider verdorbene Röntgenfilm zeigte am apex die typische Aufhellung.

Eine gleichgeartete Fraktur erlitt ein 14jähriger Patient am oberen, mittleren, rechten Schneidezahn bei einem Radsturz. Das nur wenig freigelegte Zahnmark zeigte dieselben Erscheinungen. Der Patient war bei dem Sturz mit dem Oberkiefer auf den Bordstein aufgeschlagen und hatte, bis er sich in Behandlung begab, keine Schmerzen an dem verletzten Zahn.

Bei einem Fall gegen ein Treppengeländer wurde einem 3jährigen Kinde der Zwischenkiefer frakturiert, ohne dislociert zu werden. Dadurch waren die oberen Incisiven in den Kiefer eingetrieben und nach innen gekippt worden. Die Pulpen der beiden oberen, mittleren Schneidezähne und des linken, seitlichen Schneidezahns waren am apex abgerissen; die periapicalen Blutungen waren auf der Röntgenaufnahme deutlich zu erkennen. Nach Schienung des frakturierten Kiefers und sachgemäßer Wurzelfüllung der Zähne mit toter Pulpa trat bald völlige Heilung ein. Nach der Kontrollaufnahme hat der Unfall anscheinend an den bleibenden Zähnen keine Schädigungen verursacht.

Der Grund, weshalb in all diesen Fällen ein Abriß des Zahnmarks erfolgte, ist darin zu suchen, daß die Gewalteinwirkung nicht nur auf die Stelle wirkte, wo der Zahn frakturierte, sondern sich durch Fortleitung auch am apex bemerkbar machte. Immer war ein breit auftreffender Schlag oder Stoß, der senkrecht auf

die Labialfläche der Schneide-Zähne gerichtet war, die Ursache gewesen und es ist sicher einleuchtend, daß bei derartigen Traumen der ganze Zahn mehr in Mitleidenschaft gezogen wird, als wenn z. B. ein Teil der Zahnkrone durch einen Säbelhieb abgeschlagen wird.

Eine sehr schlechte Prognose für das Schicksal der Pulpa ergibt sich dann, wenn die Pulpa des von der Fraktur betroffenen Zahns schon vorher infiziert war. (E. M.) [2]). In weitaus den meisten Fällen von Zahnbrüchen findet eine Entzündung des Zahnmarks statt, die meist unter den Symptomen der Pulpitis simplex (S. W.) [3]) auftritt. Die Genese der Entzündung auf traumatischer Grundlage erklärt S. W. [1]) wie folgt: Als Folge jedes stärkeren Traumas stellen sich Stoffwechselstörungen ein. Durch diese wird abbaufähiges Material geschaffen, als dessen Folge sich eine Entzündung mit resorptiver Funktion einstellt. Diese Ausführungen treffen auch für die Pulpa zu. Bei der Entstehung der traumatischen Pulpitis spielt die Infektion und somit die toxische Wirkung keine wesentliche Rolle, da sich nach S. W. [3]) bei traumatisch freigelegten Pulpen stets nur eine oberflächliche Infektion zeigt.

Von weitaus größerer Bedeutung sind die thermischen und mechanischen Einflüsse, deren Wirkung sich in der Hauptsache in einer stärkeren oder schwächeren Gefäßalteration bemerkbar macht. (S. W.) [3]). Diese Gefäßalteration unterstützt natürlich den oben geschilderten Entstehungsvorgang der Pulpitis beträchtlich. Bei der auf traumatischer Basis entstehenden Pulpitis ist die günstigste Lösung, wenn die geschädigten Pulpenteile durch Verkalkung unschädlich gemacht werden.

Da die Patienten mit einer durch Trauma entstandenen Pulpenentzündung in der Ueberzahl sich bald wegen der Beschwerden in Behandlung begeben, kommt es meist nicht von selbst zum Untergang der Pulpa. Meist findet der behandelnde Arzt die Erscheinungen vor, wie sie in der folgenden Krankengeschichte geschildert werden:

„Einem 10jährigen Mädchen wurde durch Sturz und Schlag mit dem Oberkiefer auf den Bordstein vom oberen, rechten, mittleren Incisivus die distale Ecke abgeschlagen. Die Patientin stellte sich zwei Tage nach dem Unfall mit heftiger Pulpitis, die von einer leichten Periodontitis begleitet war, zur Behandlung ein. Das Zahnmark des betroffenen Zahns, das an einem 2 mm langen Spalt freilag, wurde unter Injektion exstirpiert.“

Wird der natürlichen Entwicklung des Vorganges in der Pulpa nicht durch Behandlung vorgegriffen, so ist der häufigste Ausgang, daß durch die mit der Pulpenentzündung einhergehende Stauung die Ernährungsmöglichkeit ausgeschaltet wird und ein schneller Untergang des Zahnmarks erfolgt. Aus der Necrose entwickelt sich dann schnell durch Zutritt von Fäulniserregern, die in der saftreichen toten Pulpa einen geeigneten Nährboden finden, eine Gangrän. (P. E.) [1]). Eine andere Möglichkeit besteht bei widerstandsfähigen Pulpen, bei denen die erwähnten Schädigungen weniger intensiv wirken. Aus der bestehenden Pulpitis simplex entwickelt sich dann eine langsam zum apex fortschreitende ulceröse Pulpitis, die, ohne in ihrem Verlauf erhebliche Beschwerden zu machen, den völligen Pulpenuntergang erst nach längerer Zeit herbeiführt.

Peckert [4]) erwähnt die Möglichkeit der Entstehung eines Pulpapolypen bei durch Trauma exponierten Pulpen. Die Bedingungen für einen derartigen Vorgang sind, daß auf das Stadium der entzündlichen Hyperplasie statt des langsamen Unterganges der Pulpa geschwulstmäßiges Wachstum folgen würde. Als Begründung der Entstehungsmöglichkeit eines Pulpapolypen auf dieser Basis möchte ich die Ausführungen von Dietrich [5]) über Geschwulstentstehung durch Trauma anführen. Nach ihnen entwickeln sich im geschädigten Gebiete Regenerationen, die durch fortgesetztes geringes Trauma (im Munde beispielsweise der nie ganz fehlende Einfluß der Kautätigkeit) das nicht zur Necrose ausreicht, gestört werden. Es kann zunächst eine Blutung, dann eine Geschwürsbildung einsetzen, auf deren Boden dann die gestörte Regeneration der Anfang zur Geschwulstbildung ist.

Eine verhältnismäßig selten vorkommende Erscheinung ist, daß sofort nach Einwirkung der Ursache der Fraktur heftige Schmerzen spontan einsetzen. Dieser Fall tritt ein bei streng lokalisierter Gewalteinwirkung, wie aus nachstehenden Krankengeschichten hervorgeht:

„Einem Studenten wurden durch einen scharfen Schlägerhieb die oberen Kronenhälften des linken, oberen Caninus und des zweiten Incisivus abgeschlagen. Die zur Schneidekante parallelen Bruchflächen waren völlig glatt.

Durch dieselbe Ursache wurden einem anderen der linke, obere zweite und dritte Zahn bis zur Gingiva und der mittlere Schneidezahn bis zur Kronenhälfte glatt abgeschlagen. In beiden Fällen setzten spontan heftige Schmerzen ein, die bis zur Devitalisation der Pulpa andauerten.

Das noch in den Zahnresten befindliche Pulpengewebe war durch die fast wie ein Schnitt wirkende Frakturursache so wenig geschädigt, daß die noch intakten Nerven des glatt abgetrennten Pulpenstumpfes auf den erlittenen Reiz sofort mit einer starken Ueberempfindlichkeit antworteten.

In den meisten Fällen findet sich nach dem Eintritt der Fraktur eine totale Unempfindlichkeit, auf die nach kürzerer oder längerer Zeit eine leichte Schmerzempfindung folgt, die sich immer mehr verstärkt. Es handelt sich hier offenbar um eine Schockwirkung auf die bei der Pulpenverletzung geschädigten Nerven des Zahnmarks, die ihre Sensibilität erst nach und nach wieder erhalten, beziehungsweise erst auf stärkere Reize, wie auf Exstirpationsversuche oder entzündliche Erscheinungen eine Schmerzempfindung hervorrufen.

Bei einer 20jährigen Patientin, die bei einem Radsturz einen Stoß gegen den linken, oberen kleinen Schneidezahn erhielt, frakturierte dieser von labial in $^1/_3$ Kronenhöhe bis palatinal zur Gingiva. Am ersten Tage nach dem Unfall zeigten sich keine Schmerzen an dem verletzten Zahn. Am zweiten Tage lösten mechanische Reize geringe Schmerzen aus, auch lag eine noch kaum feststellbare Temperaturempfindlichkeit vor, die sich über Nacht, bis sich die Patientin zur Behandlung einfand, zu äußerster Empfindlichkeit steigerte. Zuweilen traten leichte pulpitische Schmerzen auf.

In diesem Falle lag eine starke Schädigung des Pulpengewebes vor, bei der die Pulpennerven erst nach einer Pause von rund vierundzwanzig Stunden wieder etwas auf Reize reagierten, die bei einer normalen, freigelegten Pulpa spontan heftige Schmerzen hervorrufen würden. Die verhältnismäßig schnelle Steigerung der Sensibilität hatte ihren Grund in der offenbar im Laufe des zweiten Tages sich einstellenden Pulpitis, die als intensiver Reiz den sich bei jeder Entzündung findenden dolor auslöste.

Bei der im Anfang angeführten Fraktur der oberen, mittleren Incisiven hatte der Patient in den ersten drei bis vier Stunden keine Schmerzen. Die nach diesem Zeitraum einsetzende Empfindlichkeit gegen jegliche Reize verstärkte sich in den folgenden Stunden derart, daß der Patient nach sieben Stunden, als er sich zur Behandlung einstellte, schon auf leichtes Streifen der Frakturstelle mit der Zunge, ja schon auf den beim Oeffnen des Mundes entstehenden Luftzug hin heftige Schmerzen empfand. Die etwas aus dem Zahnrest hervorquellende Pulpa war mit einem leichten Blutkoagulum bedeckt und blutete auf Berührung mit der Sonde stark.

Die Schädigung des Pulpengewebes war hier geringer, als in dem vorhergehenden Fall, daher bedurfte es auch nur einer wesentlich kürzeren Zeitspanne bis zum Wiedereinsetzen der Empfindlichkeit. Wegen der verhältnismäßig kurzen Zeit, die zwischen dem Unfall und der Untersuchung lag, konnte eine Pulpitis noch nicht vorliegen; es fand sich lediglich eine leichte Hyperämie.

In einem weiteren Falle lag ein Zahnbruch durch Radunfall vor, bei der die Pulpa des rechten, unteren, seitlichen Schneidezahnes freigelegt war. Der Patient hatte zunächst die Fraktur garnicht bemerkt; der Zahn war gegen jederlei Reize unempfindlich. Nach mehreren Tagen setzten heftige Schmerzen ein, die die Symptome der Pulpitis akuta totalis hatten. Die schwer geschädigte Pulpa reagierte also erst auf den starken Reiz der Pulpitis.

In der Literatur finden sich Beispiele von Zahnfrakturen, bei denen einige Zeit nach anscheinend guter Heilung, bei der die Pulpa erhalten und gelockerte Teile des Zahnes wieder fest wurden, neuralgieähnliche Schmerzen von dem betroffenen Zahn ausgingen. Um sich über die möglichen Ursachen dieser Erscheinungen klar zu werden, muß man zunächst klarlegen, welcher Art die Reaktion einer lebenskräftigen, nicht zu stark geschädigten Pulpa eines vollentwickelten Zahnes auf die bei der Fraktur erfolgten Schädigungen ist.

Wie E u.-M. [2]) ausführt, macht sich der Einfluß einer Fraktur auf das Zahnmark vorwiegend in der Odontoblastenzone bemerkbar. Die zahlreich auftretenden kleinen Blutungen bewirken Ernährungsstörungen der betroffenen Gebiete, als deren Folge Degeneration der Odontoblasten unter dem Bilde der Schrumpfung mit Kernpyknose eintritt. Eine Möglichkeit ist nun, daß die Degeneration sich nicht über größere Gebiete ausdehnt, und daß schon bald in der Nähe der frakturierten Stelle Ersatzdentinbildung einsetzt, die oft derart im Uebermaße erfolgt, daß sie nicht nur wieder die Fragmente vereinigt, sondern auch eine beträchtliche Verengerung und in vielen Fällen sogar völligen Verschluß des Lumens an der Frakturstelle herbeiführt.

Wiegen die degenerativen Erscheinungen vor, so kann es in den abgestorbenen und den degenerierten Zellkomplexen zur Verfettung und danach zur Verkalkung kommen.

Das histologische Bild einer Pulpa, die ein derartiges Schicksal als Folge einer Wurzelfraktur hatte, konnte ich an einem frakturierten Schneidezahn beobachten, von dem ich mehrere Schnitte anfertigte. Es handelt sich um einen oberen, mittleren Schneide-

zahn eines 21jährigen Patienten (Wallhorn), der bei einem Autounfall mit dem Oberkiefer auf das Steuerrad aufgeschlagen war. Dadurch war $^2/_3$ der Krone des oberen, rechten, seitlichen Schneidezahnes abgeschlagen worden und, wie das Röntgenbild ergab, die Wurzelspitzen der mittleren Schneidezähne in $^1/_3$ der Wurzelhöhe von den größeren Fragmenten getrennt worden.

Die Bruchfläche des Zahnes, von dem die Schnitte stammen, verlief nach mesial convergent zum Schneidekante. Der Zahn ist etwa zwei Wochen nach dem Unfall extrahiert worden und es hat den Anschein, als ob der Pulpenteil des unteren Wurzeldrittels bei der Entfernung des Fragmentes, in dessen frakturiertem Ende neben einem Absceß abgerissen wurde.

Einen der oben erwähnten Fälle beobachtete Hyrtl [6]) bei einem Studenten, dem die Krone eines oberen Incisivus am Zahnhals mit dem Rapier abgestoßen wurde. Die nur noch an der Gingiva hängende Krone wurde von dem anwesenden Chirurgen replaziert und wuchs wieder fest. Da nach der Heilung anhaltende Schmerzen an dem betroffenen Zahn entstanden, mußte er entfernt werden. Ein Schnitt durch Zahn und Zahnmark ergab, daß der Kallus an der Bruchstelle ringförmig gewuchert war und das Lumen beträchtlich verengert hatte.

Hyrtl [6]) führt die Schmerzen darauf zurück, daß der Druck des Ersatzdentins auf die ohnehin schon gereizten Pulpennerven die Ursache dieser Schmerzen gewesen ist. Einleuchtender als Erklärung der Ursachen dieser neuralgiformen Schmerzen ist die Ausführung von Zilkens, [10]) der verschiedentlich bei Dentikelbildung beobachtete, daß von dem betroffenen Zahn derartige Beschwerden ausgingen. Danach entsteht der Schmerz nicht durch Quetschung der betreffenden Nerven, da bei Druck die Nerven entweder zugrundegingen oder auswichen. Zilkens [10]) sucht die Ursache der Schmerzen in einer durch die Einengung hervorgerufenen Störung der Durchblutung der Pulpa, die ihrerseits Reizungen der Nerven des betroffenen Gebietes zur Folge haben.

Ein interessantes Gebiet der Zahnfrakturen ist das der Wurzelbrüche.

Obgleich sie zu den schweren Verletzungen des Zahnes zu rechnen sind, da das Zahnmark stets sehr in Mitleidenschaft gezogen wird, läßt sich die Pulpa in verhältnismäßig vielen Fällen erhalten.

Bei der Heilung der Zahnfrakturen haben die Weichteile des Zahnes und zwar nach E. M. [2]) in weitaus größerem Maße das Periodontium als die Pulpa eine große Bedeutung. Valen-

tin [6]) beobachtete zwei Frakturheilungen an Pferdezähnen, bei denen die Fixation der Fragmente nur durch Zement stattgefunden hat. Bei den meisten Zahnbrüchen spielt auch das Wurzelzement eine bedeutendere Rolle bei den Heilungsvorgängen als das sogenannte Ersatzdentin.

Die Regenerationsfähigkeit des betroffenen Gewebes hängt davon ab, bis zu welchem Grade seine Vitalität beeinträchtigt worden ist. Gottlieb [2]) unterscheidet drei Grade der Plantationsfähigkeit, nämlich erstens die völlige Necrose des Fragments, dann die traumatische Degeneration der Randpartien der Odontoblasten und der Zementoblasten bei zentraler, guter Vitalität und drittens die völlige Erhaltung der Vitalität. Ein völlig necrotisches Stück in der Nähe der Gingiva wird nach Gottlieb [2]) von Epithel umwuchert und in einer Epithelbahn nach außen abgestoßen. In Fällen, wo das nicht gelingt, zeigt meist eine Fistel die Vorgänge an, die im anderen Fall zur Abstoßung geführt hat. Im zweiten Grade der Gottliebschen Einteilung macht sich ein Abbau der geschädigten Randzonen durch vom Periodontium ausgehende Osteoklasten geltend. Dem folgt bei Erreichen der vitalen Partien eine Apposition durch die aus den Resorptionszellen durch Metaplasie entstandenen Aufbauzellen. Streng genommen kann die dritte Möglichkeit garnicht eintreten. Sie findet sich günstigstenfalls wie bei zwei mit ganz geringer Schädigung. Hier würde, eventuell gleich nach der Organisition der Wundgranulationen, die Apposition sowohl vom Periodontium als auch von der Pulpa ausgehen. (E. M. [2]).

Nach von Wunschheim [6]) übt die Fraktursache einen formativen Reiz auf die Odontoblastenzone aus, der die Pulpa zur Bildung von Reizdentin veranlaßt. Auf diese Weise läßt sich die weitgehende reparatio von Zahnverletzungen erklären, bei denen außer Verlust von harter Zahnsubstanz auch noch eine mehr oder minder intensive Schädigung des Zahnmarks stattgefunden hat.

Voraussetzung für eine Aneinanderheilung der Fragmente ist, daß die Wurzel nicht zu stark gesplittert ist und eine günstige Lokalisation der Fraktur. (E. M. [2]) Liegt diese nahe am Zahnhals, ist eine Aneinanderheilung so gut wie ausgeschlossen.

In derartigen Fällen wird die Krone meist verloren gehen und die Restpulpa nur dann verheilen, wenn sich die Gingiva schnell über der Bruchfläche verschließt und per primam verheilt.

Bei tiefer lokalisierten Brüchen, besonders bei solchen des unteren Wurzeldrittels läßt sich oft durch mechanische Fixierung der Fragmente völliges Zusammenheilen bei Erhaltung des Zahnmarks erreichen.

Einen Fall, bei dem sich der Heilungsvorgang sogar ohne jegliche Behandlung vollzog, sah ich bei einer 45jährigen Frau. Die Patientin war vor sieben Jahren mit dem Oberkiefer auf die Nähmaschine aufgeschlagen. Sie begab sich in Behandlung, weil die etwas luxierten ersten oberen Schneidezähne schmerzten. Der behandelnde Arzt stellte mittels einer Röntgenaufnahme fest, daß bei beiden Zähnen eine Fraktur im unteren Drittel der Wurzel vorlag. Im Kiefer belassen hörten die Zähne bald auf zu schmerzen und wurden wieder fest. Die Patientin kommt zur Behandlung mit dem stark gelockerten mittleren, rechten Schneidezahn, von dem sich die Gingiva bis zu $^1/_3$ der Wurzelhöhe zurückgezogen hat. Nach ihrem Bericht ist ihr der andere mittlere Schneidezahn vor kurzer Zeit ausgefallen. An diesem fiel ihr die Wurzelspitze auf, die im Winkel zur Wurzel stand und gegen sie durch eine ringartige Verdickung aus unregelmäßiger Zahnsubstanz abgegrenzt war. Vermutlich hat sich an der Wurzel des anderen Incisivus derselbe Heilungsvorgang vollzogen. Leider bot sich keine Gelegenheit, diesen Zahn daraufhin zu untersuchen.

Einen außerordentlich seltenen Fall von Selbstheilung einer komplizierten Zahnfraktur fand ich bei einem 21jährigen Patienten dem, nach seiner Angabe ungefähr im neunten Lebensjahre, durch einen Fall auf das Kinn der mittlere, obere, linke Schneidezahn wie folgt frakturiert worden war: „Die labiale, wie die palatinale Kronenhälfte war von der Schneidekante bis zur Mitte der Kronenhöhe gebrochen. Wie aus der Größe der Fragmente und dem Bericht des Patienten über Empfindlichkeit gegen thermische Reize und Berührung der Fragmente hervorgeht, war die Pulpa eröffnet. Der objektive Befund war wie folgt: Labial und palatinal befand sich parallel zur Schneidekante eine tiefe, leicht verfärbte Fissur, deren Grund beim Sondieren rauh erschien. Auf der Schneidekante befand sich ebenfalls eine Fissur, in der sich an einer Stelle ein kurzer, blinder Kanal befand, dessen Grund bei Berührung mit der Sonde nicht schmerzhaft war. Beim Präparieren einer approximal gelegenen Kavität von mittlerer Größe konnte ich an der Empfindlichkeit der Pulpa und an ihrer Reaktion auf kaltes Wasser ihre volle Vitalität feststellen."

In der Literatur finden sich verschiedene Fälle von Pulpenheilungen. Von Wunschheim [6]) führt einen Fall von selbständiger Pulpenheilung bei einem Elefantenstoßzahn an, der durch Geschosse verletzt worden war. Die Heilung war nur möglich, weil der Stoßzahn zu den Zähnen mit dauerndem Wurzelwachstum gehört. Bei Zersägen des Zahnes fanden sich zwei völlig in

Osteodentin eingekapselte Geschosse. Rogers [6]) berichtet von einem, schon vor der Fraktur durch einen verfehlten Extraktionsversuch schmerzenden Zahn. Die Pulpa war exponiert und vernarbte trotzdem. Der Heilungsvorgang war wie folgt geschildert: „Unter der schützenden Decke des ausgetretenen Blutserums bildet sich ein Granulationsgewebe durch die dabei in Betracht kommenden Gewebe, nämlich das Periodontium und die Pulpa. Das weiche Kallusgewebe wird dann einerseits durch Knochengewebe und andererseits durch neugebildetes Dentin ersetzt und damit die solide Vereinigung der beiden Bruchflächen bewerkstelligt."

Die Kallusbildung seitens der Pulpa geht so vor sich, daß sich zuerst eine Zone amorpher Kalksubstanz, dann echte Knochensubstanz bildet, und daß schließlich, nach Regeneration der Odontoblastenzone Dentin entsteht (v. Wu. [6]).

Wedl [6]) berichtet über die mikroskopische Untersuchung des Kallusgewebes bei einer Fraktur folgendes: „Die nicht verdickten Zementlagen gehen an beiden Enden des Bruchsegmentes in die, zwischen die getrennten Zahnbeinpartien eingeschobene neugebildete Substanz über. Die letztere zeichnet sich durch eine scharfe Demarkationslinie gegen beide Zahnhälften aus und ist aus einer dunkleren Randschicht und einer helleren zentralen Masse zusammengesetzt. Es findet sich wolkig getrübtes Dentin belegt mit Zement vor. Das Dentin besteht aus mehr oder minder ausgeprägter Globularsubstanz. Die hellere zentrale Masse besteht aus vollwertigem, neugebildetem Dentin, dessen Kanälchen allerdings büschel- und strahlenförmig verlaufen.

Dieck [6]) hat das Kallusgewebe an der geheilten Fraktur eines Prämolaren beobachtet. Er unterscheidet im „Kallusdentin" drei Schichten. Die sich zuerst bildende „Zementschicht", die offenbar der amorphen Kalksubstanz von Wunschheims entspricht, dann die Globularsubstanz, die regellos körnig angelegt ist und schließlich das „Sekundärdentin".

Die gereizte Pulpa bildet zunächst nur unregelmäßige Knochensubstanz und erst durch diese gegen exogene Einflüsse geschützt, kann sie nach teilweiser Wiederbildung der Odontoblastenzone wieder Dentin bilden.

Besonders eingehend hat von Wunschheim [6]) alle Reparationsvorgänge in einem Falle einer verheilten, komplizierten Fraktur gezeigt, deren Enderfolg allerdings durch nachträgliche Resorptionserscheinungen wieder vernichtet wurde.

Er handelt sich um eine 40jährige Patientin, die zehn Jahre vor der Konsultation einen Schlag gegen die maxilla

erlitten hatte. Einige Zeit nach dem Unfall zeigte sich am linken, mittleren oberen Schneidezahn in Höhe des apex eine Fistel; vor zwei Jahren hatte sich die Krone gelockert und war kurz vor der Konsultation ausgefallen. Nach der Extraktion der Wurzel zeigten Krone und Wurzel folgendes Bild: Die Bruchlinie, die labial vier mm unter der Schmelz-Dentingrenze lag, verlief mesial tiefer als distal. Palatinal war sie drei mm unter der Grenze; an beiden Fragmenten befand sich palatinal eine kleine Grube von etwa eineinhalb mm Durchmesser, die durch lacunäre Resorption (arrodierende Tätigkeit des neugebildeten Granulationsgewebes) entstanden ist. Die Bruchflächen zeigten drei durch Kallusbildung verengte, kleine Oeffnungen, die den Verzweigungen des Wurzelkanals entsprachen. Die ganze Bruchfläche war von Kallus überzogen und in der Mitte der Wurzel befand sich eine Vertiefung von einem mm Durchmesser, in deren Mitte ein feiner Schlitz lag. An der Wurzel fand sich eine leichte Zementverdickung neben geringer Kallusbildung. Der Sagittalschnitt durch Krone und Wurzel ergab folgendes Bild: die Kronenpulpa war auf das fünffache erweitert und völlig mit Kallusgewebe angefüllt. In der Mitte war ein von neugebildetem Dentin umgebener Hohlraum, der anscheinend die Pulpa enthielt. An der lappigen Ausbuchtung des Kallus, der gegen das alte Dentin durch eine dichte Reihe Howshipscher Lacunen abgegrenzt war, war zu erkennen, daß die Vergrößerung des Pulpenkavums durch lacunäre Resorption bewirkt wurde. Der Bruchfläche der Wurzel war eine Kallusschicht aufgelagert, die, wie alle Knochensubstanz, strahlenförmige Knochenkörperchen enthielt. Auch hier waren an der Grenze zwischen altem Dentin und Kallus die Howshipschen Lacunen zu sehen. Ueberall im Kallus gelegene Hohlräume zeigten an, wo im noch nicht verkalkten Granulationsgewebe sich die Gefäße befanden.

Owen [6]) beobachtete die Heilung einer Splitterfraktur an einem Hippopotamuszahn, bei der die Bedeutung des Osteodentins bei einem komplizierten Bruch besonders in Erscheinung tritt. Er gibt den Befund wie folgt wieder: „Die Verletzung war äußerlich durch eine quere, plötzlich einsetzende Verengerung des Hauers gekennzeichnet, zugleich mit einer Unterbrechung des Emails an dieser Stelle und durch irreguläre Depositionen von Zahnbein hier und in der angrenzenden Kavität des Hauers. Ein Längsschnitt durch den Hauer zeigte die Pulpenkavität in der Gegend der Fraktur obliteriert und eine gewisse Distanz unterhalb derselben gegen die Basis des Hauers zu einer Masse von Osteodentin, hauptsächlich in der Form von nahe beieinanderstehenden Knötchen, die ihre konvexe Seite der an der Basis neugebildeten Pulpenhöhle

zuwandten.“ Fricke schildert die Heilung einer Fraktur im unteren Drittel einer Wurzel eines Incisivus bei einer Dame, die sich acht Tage nach einem Sturz in Behandlung begab. Die nicht geschwollene Gingiva war gerötet, die Krone war gelockert. Nachdem der Zahn mit einer Achterligatur fixiert worden war, hatte er nach Verlauf eines halben Jahres seine frühere Festigkeit wieder erlangt.

In Fällen, wo die Pulpa in größerer Ausdehnung exponiert und das Fragment verloren gegangen ist, kommt es zwar selten zur völligen Zuheilung des Bruchspaltes, aber in der Literatur finden sich verschiedene Fälle, in denen eine weitgehende Vernarbung der Pulpa stattgefunden hat. Voraussetzung für einen derart günstigen Ausgang einer solchen Verletzung ist, daß die Pulpa gegen jede Schädigung, wie sie beispielsweise durch den Kauakt eintreten könnte, geschützt ist. Einen derartigen Schutz bietet oft, wie schon oben erwähnt, überwuchernde Gingiva. Verschiedentlich wurde beobachtet (Baume, Dieck [6]), daß eine so starke, entzündliche Hyperplasie der so freigelegten Pulpen eintrat, daß die Pulpa über die Bruchränder überhing. In den beobachteten Fällen trat dann nachträglich Heilung durch Verkalkung der hyperplastisch gewucherten, obersten Pulpenschicht ein. J. Tomes [6]) beschreibt einen Fall, bei dem bei einem mißglückten Extractionsversuch die Krone mit der oberen Hälfte der Pulpa in Verlust ging und aus dem Pulpenrest secundäres Dentin emporwucherte, das nicht nur die Pulpa abschloß, sondern auch noch die Bruchränder überdeckte, während bei der Fraktur eines oberen Molaren das Secundärdentin die zu große Expositionsstelle nicht zu decken vermochte.

Dieser Heilungsvorgang setzt jedoch nicht nur voraus, daß die Pulpa gegen Insulte mechanischer, chemischer und infektiöser Art geschützt ist, sondern, wie schon vorerwähnt, eine hohe Vitalität der Pulpa. Oft ist die Kallusbildung bei den so geschädigten Pulpen auch nur sehr gering an Quantität und Qualität; vielfach tritt nur eine Umwandlung des reticulären Pulpengewebes in derbfaseriges Bindegewebe ein. (E. M. [2]). Bei älteren Leuten tritt oft nach der Fraktur eine weitgehende Atrophie der Pulpa ein, bei der das atrophische Gewebe durch einwucherndes Periodontium ersetzt wird, das den Kanal in der Umgegend der Frakturstelle mit Zement belegt. (E. M. [2]).

Vielfach findet man die Erscheinungen, wie sie von S. W. an der Fraktur eines Hundezahnes gezeigt werden. Von der Pulpa gingen dabei keinerlei reparatorische Vorgänge aus. Es fanden

sich in den Sprüngen des Dentins lediglich Granulationen, die vom Periodontium ausgingen. Oft verhindert auch das Einwuchern von Epithel in den Bruchspalt die feste Vereinigung der Fragmente (P. E. [1]). Nach E. M. [2]) liegt diese Möglichkeit vor allem bei Wurzelfrakturen in der Nähe der Gingiva mit starker Dislokation der Fragmente vor. Es entsteht dann eine Art Pseudarthrose.

Ein sehr interessanter Versuch wird von E. Sauer [6]) beschrieben. Bei einem 20jährigen Patienten war der linke, untere, seitliche Schneidezahn durch einen Hufschlag frakturiert worden. Die Bruchfläche verlief von lingual schräg nach labial bis unter den Gingivalrand. Die an einer kleinen Stelle exponierte Pulpa schimmerte auf einer größeren Fläche gelblich durch. Aus einer kleinen Oeffnung trat seröses Exsudat in kleinen Tröpfchen aus. Nachdem er die Pulpa gegen exogene Einflüsse durch eine Goldkappe geschützt hatte, sezernierte die Pulpa nach zwei Tagen merklich weniger und nach zehn Tagen war um die Oeffnung ein kleiner, weißer Kreis sichtbar. Fünf Wochen später hatte sich das Lumen vollständig geschlossen. Es war nur noch in der Mitte des Kreises eine kleine Grube zurückgeblieben, in der thermische und mechanische Reize keine Schmerzempfindung mehr auslösten.

In einem ähnlichen Falle gelang es in unserer Klinik, eine exponierte Pulpa längere Zeit lebend zu erhalten. Einem achtjährigen Patienten war im Oktober 1929 der linke, obere, mittlere Schneidezahn durch einen Sturz auf den Oberkiefer in der Hälfte der klinischen Kronenhöhe frakturiert worden. An der völlig glatten Bruchfläche, die senkrecht zur Zahnachse verlief, war das Zahnmark leicht freigelegt. Die Aufnahme ergab eine leichte Aufhellung um das noch ziemlich weite foramen apicale, die auf eine periapicale Blutung schließen läßt. Die klinische Untersuchung ergab volle Vitalität der Pulpa. Die Expositionsstelle wurde mit ausgeglühter Asbestwatte bedeckt und mit geglühten Goldpellets, die mit Zement an der Bruchstelle fixiert waren, verschlossen. Dank des geeigneten Schutzes gegen exogene Insulte und der Jugend der Pulpa, die Noxen jeder Art einen bedeutenden Widerstand bot, gelang es, sie fast ein Jahr lebend zu erhalten. Bei einer Inspektion der exponierten Pulpa im August 1930 lag eine oberflächliche Gangrän vor, die dazu Anlaß gab, eine tiefe Amputation vorzunehmen und den Zahn endgültig abzufüllen.

Ein Versuch, eine nur an einer kleinen Stelle freigelegte Pulpa entsprechend zu behandeln, ist mir nicht geglückt. Einem 23jährigen Patienten war durch einen senkrecht auftreffenden Schlag an einem mittleren, oberen Schneidezahn eine Ecke ausge-

schlagen worden, deren Bruchlinie von der Mitte der Schneidekante zum unteren Drittel der mesialen Seite verlief. Die Pulpa zeigte die Symptome einer leichten Hyperämie. Ich verschloß die Oeffnung mit Zinkoxyd-Eugenol in einer Zelluloidkapsel, mußte jedoch den Zahn nach Ablauf von zwei Tagen devitalisieren, da am Abend des ersten Tages nach dem Anlegen der Schutzkapsel heftige pulpitische Schmerzen an dem betroffenen Zahn mich zwangen, diese Maßnahme zu ergreifen.

Da der Zahn im engsten Zusammenhang mit den ihn umgebenden Geweben steht, zeigen sich die Folgen einer Fraktur meist auch am Parodontium. In vielen Fällen findet man bei den Patienten, die sich bald nach dem Unfall zur Behandlung einfinden, eine geschwollene, gerötete Gingiva vor, die bei grober Gewalteinwirkung auch eingerissen und zerfetzt sein kann. Meist liegen periapicale Blutungen vor, die zum Teil aus der Pulpa in das Parodontium stattgefunden haben und zum Teil aus den verletzten parodontalen Geweben selbst stammen. Die bei fast frischen Frakturen vorhandene Periodontitis (vgl. oben) kann sich sowohl reaktiv auf den intensiven traumatischen Reiz hin einstellen, als auch nach einer gröberen Verletzung, vielleicht einer Zerreißung des Periodontiums.

Auf die oft mit diesen Erscheinungen vergesellschafteten Verletzungen des Alveolarknochens und dessen entzündliche Veränderungen einzugehen, würde zu weit führen. Die periapicalen Veränderungen nach Zahnbrüchen sind teils, wie erwähnt, auf Verletzungen des Parodontiums und teils auf Einflüsse seitens der entzündeten oder abgestorbenen Pulpa zurückzuführen. Während man in vielen Fällen auch dann Periodontitis vorfindet, kann es auch in verhältnismäßig kurzer Zeit zu apicalen Einschmelzungen kommen, die sich klinisch häufig nicht durch Perkussionsempfindlichkeit bemerkbar machen.

Bei einem meiner Patienten lag, wie das Röntgenbild ergab, schon vierzehn Tage nach dem Unfall eine deutliche Einschmelzung vor. Der Patient war zwei Wochen, bevor er sich in Behandlung begab, in einen zwei Meter tiefen Brunnenschacht gestürzt und hatte dabei einen Stoß gegen einen oberen, seitlichen Schneidezahn erhalten. Da der Patient sich in den ersten Tagen nach dem Unfall nicht in Behandlung begeben konnte, entwickelte sich eine Pulpitis, die nach einer Woche mit dem Untergang der Pulpa endigte. Der Befund nach vierzehn Tagen ergab eine tote, grau-grünlich verfärbte Pulpa, die sich in toto exstirpieren ließ. Ein nur schwer färbbarer Schnitt zeigte im mikroskopischen Bild

nur noch einige necrotische Gewebfetzen von verwaschener Struktur und vereinzelte Leucocyten.

Ein Rückblick über die verschiedenen Arten der Frakturen, ihrer direkten und mittelbaren Folgen auf die lebenden und toten Bestandteile des Zahnes und auf das ihn umgebende Gewebe zeigt, daß es, abgesehen von den einfachen Brüchen, nur in einem geringen Prozentsatz aller Fälle unter günstigen Bedingungen möglich ist, die Zahnpulpa zu erhalten. Oft muß die Pulpa jedoch auch bei einfachen Brüchen mit großem Defekt geopfert werden, um den Zahn durch konservierende Behandlung und geeigneten Zahnersatz wieder funktionstüchtig und in kosmetischer Hinsicht einwandfrei gestalten zu können.

Die Fülle der Voraussetzungen, die für eine selbständige Abheilung einer verletzten oder auch einer nur freigelegten Pulpa und für einen vom Zahn selbst ausgehenden Ersatz der durch die Fraktur in Verlust gegangenen festen Bestandteile des Zahnes erforderlich sind, spricht am deutlichsten für das äußerst seltene Vorkommen dieser Vorgänge. Wenn sich auch oft bei ähnlich scheinenden Fällen verschiedene Prognosen ergeben, so steht doch fest, daß in weitaus der größten Zahl aller Zahnfrakturen der Untergang der Pulpa durch eine der vielen, oben angeführten Möglichkeiten erfolgt, während der Zahn erhalten bleibt und nach zweckentsprechender Behandlung noch lange Zeit im Gebisse des Patienten seine Funktion ausfüllt.

LITERATUR-VERZEICHNIS.

1. Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde Verlag: Bergmann, München 1929. p. 200, 203, 239, 249.

2. Euler-Meier: Pathohistologie der Zähne. Verlag, Bergmann, München 1927. p. 29, 30, 35-37, 69-72, 75, 77.

3. Siegmund-Weber: Pathologische Histologie der Mundhöhle. Verlag: Hirzel, Leipzig 1926. p. 134, 157.

4. Peckert: Einführung in die kons. Zahnheilkunde. Verlag: Hirzel, Leipzig 1925. p. 271.

5. Dietrich: Grundriß der allg. Pathologie. Verlag: Hirzel, Leipzig 1927. p. 259.

6. von Wunschheim: Frakturen, Infraktionen und Knickungen der Zähne. Od. Bl. 04 Nr. 19 und 20, p. 330.

7. Mayrhofer: Sportverletzungen an den Zähnen. Ref. in der Oe. U. V. f. Z. 14 Nr. 2.

8. Kaas: Fall von Zahnfraktur. Oe. U. V. f. Z. 14 Nr. 3.

9. Adrion-Hoenig: Chirurgie der Mundhöhle. Misch: Die Fortschritte der Zahnheilk. Verlag: G. Thieme, Leipzig 1926. II. Band, I. Teil, p. 173.

10. Zilkens: Pathologische Histologie der Zähne. Misch: Die Fortschritte der Zahnheilk. II. Band, I. Teil, p. 291.

LEBENSLAUF.

Ich, Hans Kortmann, bin geboren am 25. Juli 1909 zu Gronau i. W. als Sohn des Lehrers Ewald Kortmann. Ich besuchte daselbst die städtische Oberrealschule und legte im Jahre 1928 die Reifeprüfung ab.

Ich studierte zuerst in Marburg (Lahn), wo ich die Obersekundareife in Latein erwarb und die zahnmedizinische Vorprüfung ablegte. Die klinischen Semester verbrachte ich in Münster i. W. und bestand daselbst im Dezember 1931 das zahnmedizinische Staatsexamen.